

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-038438

(43)Date of publication of application : 12.02.1999

(51)Int.Cl. G02F 1/136

G02F 1/1333

G02F 1/1339

(21)Application number : 09-188555

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
ADVANCED DISPLAY:KK

(22)Date of filing : 14.07.1997

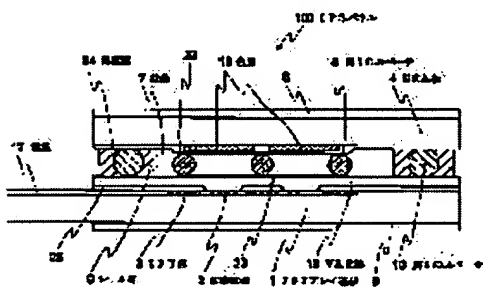
(72)Inventor : MORII YASUHIRO
MATSUKAWA FUMIO
TSUMURA AKIRA
TABATA SHIN
MIZUNUMA MASAYA
TAMAYA AKIRA
FUJII MASAYUKI
FUJITA YASUO

(54) PRODUCTION OF LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND TFT ARRAY SUBSTRATE USED THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate dispersion of color caused by thickness unevenness of a liquid crystal layer occurred in a liquid crystal display device of IPS system.

SOLUTION: The liquid crystal display device is constituted of a TFT array substrate 1 which is formed by installing a scanning signal line, a video signal line, a thin film transistor, a liquid crystal driving electrode, a common electrode and a common signal line on a substrate, a counter substrate 4 facing to the TFT array substrate 1, first spacers 8 for holding space between both substrates 1, 4 constant, second spacers 10 for holding space between peripheral parts of both substrates 1, 4 constant, a sealant 9 which is interposed at spaces between both substrates 1, 4 together with the second spacers 10 and sticks peripheral parts of both substrates 1, 4 together and a liquid crystal layer. In this case, intra-plane retardation of the display device (Δn).(dmax-dmin) is ≥ 0 nm to ≤ 20 nm.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.07.1999

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3176565

[Date of registration] 06.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection] 11-13214

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection] 12.08.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

55/607JP01(4452.F1449~
引用文献 1 F1451)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-38438

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
G 0 2 F 1/136	5 0 0	G 0 2 F 1/136 5 0 0
1/1333	5 0 5	1/1333 5 0 5
1/1339	5 0 0	1/1339 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-188555

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月14日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(71) 出願人 595059056

株式会社アドバンスト・ディスプレイ

熊本県菊池郡西合志町御代志997番地

(72) 発明者 森井 康裕

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 松川 文雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 朝日奈 宗太 (外1名)

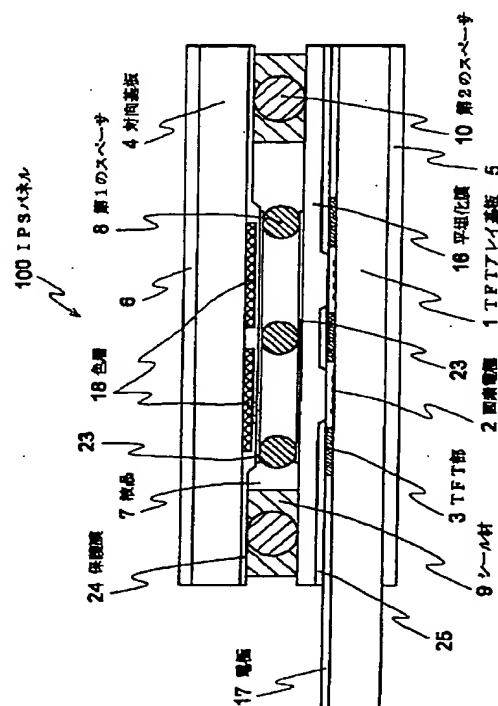
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置および該装置に用いられるTFTアレイ基板の製法

(57) 【要約】

【課題】 IPS方式の液晶表示装置において生じる液晶層の厚さむらによる色のばらつきをなくすことを課題とする。

【解決手段】 本発明の液晶表示装置は基板上に、走査信号線、映像信号線、薄膜トランジスタ、液晶駆動電極、共通電極および共通信号線が設けられてなるTFTアレイ基板と、該TFTアレイ基板に対向する対向基板と、両基板の間隙を一定に保つ第1のスペーサと、両基板の周辺部の間隙を一定に保つ第2のスペーサと、第2のスペーサとともに両基板の間隙に介在され、両基板の周辺部を貼り合わせるシール材と、液晶層とからなる液晶表示装置であって、該表示装置の面内のリターデーション $(\Delta n) \cdot (d_{max} - d_{min})$ が0nm以上20nm以下である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に、走査信号線と、映像信号線と、該走査信号線と映像信号線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が該液晶駆動電極と対向して形成された共通電極と、該共通電極に信号を書き込む共通信号線とが設けられてなる TFT アレイ基板と、該 TFT アレイ基板に対向する対向基板と、該 TFT アレイ基板と該対向基板との間隙を一定に保つ複数の第 1 のスペーサと、該 TFT アレイ基板と該対向基板との周辺部の間隙を一定に保つ複数の第 2 のスペーサと、該第 2 のスペーサとともに該 TFT アレイ基板と該対向基板との間隙に介在され、該周辺部で該 TFT アレイ基板と該対向基板とを貼り合わせるシール材と、該アレイ基板と該対向基板との間隙に挟持された液晶層とからなり、該液晶層が複屈折効果を有してなる液晶表示装置であって、前記液晶駆動電極と前記対向基板との間隙が、該液晶表示装置の表示面内の最も大きな基板間隙を d_{max} 、該表示面内の最も小さな基板間隙を d_{min} と表わすと、該表示装置の面内のリターデーション (Δn) $\cdot (d_{max} - d_{min})$ が 0 nm 以上 20 nm 以下である液晶表示装置。

【請求項 2】 前記第 1 のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第 2 のスペーサの形状が円柱状である請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 基板上に、走査信号線と、映像信号線と、該走査信号線と映像信号線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が該液晶駆動電極と対向して形成された共通電極、前記共通電極に信号を書き込む共通信号線とが設けられてなる TFT アレイ基板と、該 TFT アレイ基板に対向する対向基板と、該 TFT アレイ基板と該対向基板との間隙を一定に保つ複数の第 1 のスペーサと、該 TFT アレイ基板と該対向基板との周辺部の間隙を一定に保つ複数の第 2 のスペーサと、該第 2 のスペーサとともに該 TFT アレイ基板と該対向基板との間隙に介在され、該周辺部で該 TFT アレイ基板と該対向基板とを貼り合わせるシール材と、該アレイ基板と該対向基板との間隙に挟持された液晶層とからなり、該液晶層が複屈折効果を有してなる液晶表示装置であって、前記 TFT アレイ基板上に厚さ $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の有機膜が備えられてなる液晶表示装置。

【請求項 4】 前記液晶駆動電極と前記共通電極とが前記有機膜上にある請求項 3 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記有機膜の、前記 TFT アレイ基板に平行な面内の膜のうねりを凹凸で表わしたとき、凸部から凹部を引いた高さの絶対値が $0.4 \mu\text{m}$ 以内である請求項 3 または 4 記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記第 1 のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第 2 のスペーサの形状が円柱状である請

求項 3 記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記第 2 のスペーサの径は、前記対向基板上に設けられた色層の厚さと、前記第 1 のスペーサの径との和である請求項 6 記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 請求項 3 記載の液晶表示装置に用いられる TFT アレイ基板の製法であって、該 TFT アレイ基板の表面上にスピンコート法により、粘度 15 cP 以上 50 cP 以下、回転数 500 rpm 以上 2000 rpm 以下で塗布して有機樹脂からなる平坦化膜として前記有機膜を形成する TFT アレイ基板の製法。

【請求項 9】 前記有機樹脂が感光性アクリル樹脂およびアクリル樹脂のうちから選ばれた 1 つである請求項 8 記載の TFT アレイ基板の製法。

【請求項 10】 前記平坦化膜の膜厚が $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下である請求項 9 記載の TFT アレイ基板の製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、面内応答型液晶表示装置に関する。さらに詳しくは、少なくとも片側の電極が楕円形状である 2 枚の基板を相互に貼り合わせ、液晶を封入した面内応答型液晶表示装置において、色むらをなくし表示特性を向上した構造に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶に電界を、基板に垂直な方向に印加するツイステッドネマティック表示方式に対して、近年、基板にほぼ平行な方向に電界を印加する表示方式の開発が進められている。たとえば、特開平 7-225388 号公報によれば、この、基板にほぼ平行な方向に電界を印加する表示方式の液晶表示装置の例が開示されており、応答速度を向上させるため、基板間のギャップを $6 \mu\text{m}$ 以下とすることや、のちに詳細に説明するリターデーションを $0.21 \mu\text{m}$ 以上 $0.36 \mu\text{m}$ 以下とすることなどが記載されている。

【0003】本発明の発明者らは、前述したような、基板にほぼ平行な方向に電界を印加する表示方式の液晶表示装置を面内応答型液晶表示装置（以下、IPS (in plane switching) パネルと略記する）というものとする。

【0004】図 11 は、従来の面内応答型液晶表示装置の部分断面説明図を示す。図において、説明のため、2 画素分のみを部分的に示した（以下の図も同様）。図 12 は、従来の IPS パネル中の 1 画素の平面説明図である。また図 13 は、図 11 の X-Y 線における断面説明図である。図 11、図 12 および図 13 において、1 は TFT アレイ基板であり、2 は画素電極であり、3 は TFT 部であり、4 は対向基板である。TFT アレイ基板 1 は、その表面上に形状が楕円である電極が設けられている。画素電極 2 は、楕円の液晶駆動電極 21 と、少なくとも一部が前記液晶駆動電極と対向して形成された楕

形の共通電極 2 2 とを有している。T F T 部 3 は、液晶駆動電極 2 1 に映像信号を書き込むための薄膜トランジスタ (thin film transistor、以下、T F T と略記する) 1 4 や映像信号線 1 2、走査信号線 1 1、共通電極 2 2 に信号を入れる共通信号線 1 3 などを総称したものである。対向基板 4 は、T F T アレイ基板 1 に対向して設けられている。画素電極 2 の材料は、クロム、アルミニウム、インジウム・スズ酸化物 (indium tin oxide、以下、I T O と略記する) などのうちのいずれかで形成されている。また、2 5 は、絶縁膜を示す。対向基板 4 は、カラー表示をする I P S パネルのばあい、基板面に電極を有する必要がなく、一般的にはメタルや樹脂により形成された遮光部 (図示を省略) と赤、緑、青の色層 1 8 を設けたカラーフィルタ基板が設けられている。また、色層 1 8 が外部に溶け出さないように、対向基板 4 上には保護膜 2 4 が形成されている。また、1 7 は基板外部から映像信号、走査信号または共通信号を書き込むため電極を示す。7 は液晶を示しており、その層の厚さを d と表示している。また図 1 3 中の 1 5 は、液晶層内のある 1 分子を示している。9 は T F T アレイ基板 1 と対向基板 4 とを接合するシール材であり、1 0 はシール材中に含まれている第 2 のスペーサであり、5 および 6 は偏光板を示す。2 3 は、液晶 7 を配合させる配向膜を示す。また、図 1 3 において、 I_0 は入射光であり、 I は出射透過光であり、 T は透過軸であり、 D は配向方向であり、 E は電界である。

【0005】図 1 1 を参照して I P S パネルの基本構成を説明する。I P S パネルの基本構成は、T F T アレイ基板 1 と対向基板 4 とを平行に対向させ、シール材 9 により接合し、その T F T アレイ基板 1 と対向基板 4 の間隙に液晶 7 を封入したものである。配合膜 2 3 には、配向処理が施されている (同部については以降に詳細を示す)。T F T アレイ基板 1 と対向基板 4 との間隙 d を一定に保つために第 1 のスペーサ 8 をシール面内に配置し、第 2 のスペーサ 1 0 をシール材 9 内に混入させて配置する。

【0006】前述した特開平 7 - 2 2 5 3 8 8 号公報による従来例では、基板間を $6 \mu m$ 以下とする記載があるものの、図 1 1 に示した本発明の発明者らによる従来技術による第 2 のスペーサ 1 0 は示されておらず、基板間の間隙を一定にするという記載がないのは、前記従来例では、のちに詳細に説明する本発明の課題である表示上の色むらの改善ということとの関連性に対する認識がないものと考えられる。

【0007】つぎに図 1 3 を参照して I P S パネルの動作原理を説明する。基本構成の説明で述べたように、T F T アレイ基板 1 と対向基板 4 とは平行に対向している。液晶 7 に正の誘電率異方性をもつ液晶を用いたばあい、液晶分子 1 5 はその長軸が基板面に平行で、かつ電極に対してもほぼ平行となるように配置される。この配

置方法としては公知であるラビング法が一般的であり、配向膜 2 3 を電極に対しほぼ平行にラビング処理を施すと、前述したように液晶分子 1 5 が配置される。このように配向方向と透過軸とが平行になるように偏光板 5 を配置し、偏光板 6 は偏光板 5 の透過軸と直交するように配置する。

【0008】電界がオフのとき、偏光板 5 を通過した光は、液晶分子 1 5 の配列に沿って 2 枚目の偏光板 6 に到達する。前述したように偏光板 6 の透過軸は偏光板 5 の透過軸と直交しているので光は透過しない。電界がオンのとき、すなわち液晶駆動電極 2 1 と対向して形成された共通電極 2 2 間に基板と水平方向に電界が発生したとき、液晶の誘電率異方性によって基板と平行に液晶分子の長軸が電界方向に沿って回転する。その際、透過光は液晶の複屈折効果によって直線偏光から楕円偏光 (図 1 3 の右側の図で対向基板 4 上に楕円偏光を模式的に示した) になり、偏光板 6 を透過する。

【0009】このように I P S パネルには複屈折効果が利用されている。複屈折効果とは、一般的に E C B (electrically controlled birefringence) 効果 (以下、I P S モードという) と呼ばれている。液晶分子は通常光の屈折率 n_o と異常光の屈折率 n_e とを有するので、屈折率異方性 $\Delta n = n_e - n_o$ が存在する。液晶分子には、この Δn が存在するので、複屈折効果が生まれる。

【0010】I S P パネルにおいては、図 1 3 に示すように液晶分子 1 5 は、基板に平行な一方方向に揃った配向状態となっている。このような配向状態をホモジニアス配向という。ホモジニアス配向を用いて図 1 1 に示すように偏光板 5、6 を配置したときの偏光板 6 を出射する透過光強度 I は次式で表される。

$$I = I_0 \sin^2 (\pi R / \lambda)$$

ここで、 I_0 は偏光板 5 に入射する光の強度、 λ は波長、 R はリターデーションと呼ばれ、通常光と異常光の光路差 $(\Delta n) \cdot d$ である。すなわち、偏光板 6 から出射する光の透過強度は、入射する光の波長 λ とリターデーション R の関数である。したがって、I P S パネルの面内で液晶 7 の厚さ d がばらつくと、出射光強度、すなわち、透過光 I がばらつく。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】前述のような従来の I P S モードの原理においては、液晶層の厚さのばらつきという原因により出射する透過光がばらつく。出射する透過光 I のばらつきは、表示上の色のばらつき (以下色むらという) となる。液晶層の厚さのばらつきをなくすることについては、従来技術においても対策がとられていないわけではなく、たとえば特開平 8 - 2 8 6 1 7 6 号公報によれば、カラーフィルタ上に表面を平坦化する透明樹脂 1 7 の平坦化層を設けることが記載されており、また、特開平 7 - 2 2 5 3 8 8 号公報にもカラーフィルタ上に平坦化膜を設けることが記載されており、この平

平坦化層によって液晶層の厚さはそろうと期待したものと考えられる。

【0012】しかしながら、以下に詳細に説明するように、本発明の発明者らによって2枚の基板間にスペーサを配した従来の構成においてすら液晶層の厚さのばらつきを低減できるものではなく、まして前述の公報（特開平 8 - 2 8 6 1 7 6 号および特開平 7 - 2 2 5 3 8 8 号）に記載の平坦化膜では、とても液晶層の厚さが正確に揃うものではない。以下に、図 1 4 を用いて従来の IPS パネルの問題点を説明する。

【0013】第 1 のスペーサ 8 は、TFT 部 3 上に配置されるばあいと画素電極 2 上に配置されるばあいがある。一般的な TFT アレイ基板 1 の TFT 部 3 と画素電極 2 との面積比は 7 : 3 程度である。そのため、画素電極 2 上の第 1 のスペーサ 8 が液晶 7 の厚さの決定を支配するケースは多い。それゆえ、図 1 4 に示すように、液晶 7 の厚さが同じ IPS パネル内で d_{max} と d_{min} が存在するケースが多くある。図 1 4 は、従来の IPS パネルの問題点を示す断面説明図であり、図中の符号は図 1 1、図 1 2 および図 1 3 と共通である。ここでは、TFT 部 3 上の凹凸の凸部にある第 1 のスペーサ 8 により支配されている画素部の液晶層の厚さを d_{max} （凸部の両脇にある画素を指し、大きい方を d_{max} とする）、画素電極 2 上の凹凸の凹部にある第 1 のスペーサ 8 のスペーサにより支配されている画素部の液晶層の厚さを d_{min} と定義する。前記 TFT 部 3 上の凸部と前記画素電極 2 上の凹部の高低差が約 $1 \mu m$ 程度の TFT アレイ基板を用いて $d_{max} - d_{min}$ を測定したところ、 $0.8 \mu m$ 程度あることを確認している。

【0014】一般的な IPS モードでは、リターデーション (Δn) $\cdot d$ を $275 nm$ に設定する。かつ、我々の測定では、リターデーション (Δn) $\cdot (d_{max} - d_{min})$ が $20 nm$ 以上異なると表示不良となることを確認している。一般的に IPS モードに用いられる液晶の Δn は $0.05 \sim 0.15$ である。すなわち前述したように $d_{max} - d_{min}$ が $0.8 \mu m$ 以上あると、(Δn) $\cdot (d_{max} - d_{min})$ は $40 \sim 120 nm$ 以上となり表示不良となる。したがって、(Δn) $\cdot (d_{max} - d_{min})$ を $20 nm$ 以下とするためには、 $d_{max} - d_{min}$ を $0.4 \mu m$ 以内とする必要がある。

【0015】以上のことから、従来の IPS パネルの構造では液晶 7 の厚さのばらつきから色むらが生じ、ディスプレイの表示特性上の欠陥となるという問題が生じていた。

【0016】また、従来の TFT アレイ基板 1 の構造では、TFT アレイ基板 1 上で TFT 部や画素電極 2 の構造により凹凸が約 $1 \mu m$ 程度あったため、シール材 9 中に含まれる第 2 のスペーサ 10 の球形と表示面内に散布する第 1 のスペーサ 8 の径を厳密に設定することができ

なかった。そのために、図 1 4 に示したように、第 2 のスペーサ 10 および第 1 のスペーサ 8 を散布するプロセスの変動が生じるとシール材 9 近傍の液晶 7 の厚さ d_{min} と表示面中央部の液晶 7 の厚さ d_{max} が異なり、表示不良が生じるという問題が生じていた。

【0017】本発明は、前述した問題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、従来の IPS パネルの構造において生じていた液晶層の厚さむらによる色のばらつきをなくすことで表示特性の良好な IPS パネルを提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明の請求項 1 にかかわる液晶表示装置は、基板上に、走査信号線と、映像信号線と、該走査信号線と映像信号線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が該液晶駆動電極と対向して形成された共通電極と、該共通電極に信号を書き込む共通信号線とが設けられてなる TFT アレイ基板と、該 TFT アレイ基板に対向する対向基板と、該 TFT アレイ基板と該対向基板との間隙を一定に保つ複数の第 1 のスペーサと、該 TFT アレイ基板と該対向基板との周辺部の間隙を一定に保つ複数の第 2 のスペーサと、該第 2 のスペーサとともに該 TFT アレイ基板と該対向基板との間隙に介在され、該周辺部で該 TFT アレイ基板と該対向基板との間隙に挟持された液晶層とからなり、該液晶層が複屈折効果を有してなる液晶表示装置であって、前記液晶駆動電極と前記対向基板との間隙が、該液晶表示装置の表示面内の最も大きな基板間隙を d_{max} 、該表示面内の最も小さな基板間隙を d_{min} と表わすと、該表示装置の面内のリターデーション (Δn) $\cdot (d_{max} - d_{min})$ が $0 nm$ 以上 $20 nm$ 以下である。

【0019】本発明の請求項 2 にかかわる液晶表示装置においては、前記第 1 のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第 2 のスペーサの形状が円柱状であると、入手が容易で所望の寸法精度がえられるので好ましい。

【0020】また、本発明の請求項 3 にかかわる液晶表示装置は、基板上に、走査信号線と、映像信号線と、該走査信号線と映像信号線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が該液晶駆動電極と対向して形成された共通電極、前記共通電極に信号を書き込む共通信号線とが設けられてなる TFT アレイ基板と、該 TFT アレイ基板に対向する対向基板と、該 TFT アレイ基板と該対向基板との間隙を一定に保つ複数の第 1 のスペーサと、該 TFT アレイ基板と該対向基板との周辺部の間隙を一定に保つ複数の第 2 のスペーサと、該第 2 のスペーサとともに該 TFT アレイ基板と該対向基板との間隙に介在され、該周辺部で該 TFT アレイ基板

と該対向基板とを貼り合わせるシール材と、該アレイ基板と該対向基板との間隙に挟持された液晶層とからなり、該液晶層が複屈折効果を有してなる液晶表示装置であって、前記 TFT アレイ基板上に厚さ $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の有機膜が備えられている。

【0021】本発明の請求項 4 にかかわる液晶表示装置においては、前記液晶駆動電極と前記共通電極とが前記有機膜上にあり、液晶パネルの駆動電圧を低くすることができるので好ましい。すなわち、前記平坦化膜は従来の TFT アレイ基板上に配置する構成であるが、平坦化膜に、TFT と櫛形電極の片側とコンタクトするコンタクトホールを設ける。また、他方の櫛形電極はコモン電極とコンタクトするコンタクトホールを設ける。すなわち、櫛形電極を平坦化するための有機膜上に配置することで、有機膜による電圧損失を防ぎ、液晶により多くの電界を加えることができる。

【0022】本発明の請求項 5 にかかわる液晶表示装置においては、前記有機膜の、前記 TFT アレイ基板に平行な面内の膜のうねりを凹凸で表わしたとき、凸部から凹部を引いた高さの絶対値が $0.4\mu\text{m}$ 以内であり、リターデーションを 0nm 以上 20nm 以下にできるので好ましい。

【0023】本発明の請求項 6 にかかわる液晶表示装置においては、前記第 1 のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第 2 のスペーサの形状が円柱状であると、入手が容易で所望の寸法精度がえられるので好ましい。

【0024】本発明の請求項 7 にかかわる液晶表示装置においては、前記第 2 のスペーサの径は、前記対向基板上に設けられた色層の厚さと、前記第 1 のスペーサの径との和であり、TFT アレイ基板と対向基板との間隙を一定にできるので好ましい。

【0025】本発明の請求項 8 にかかわる液晶表示装置に用いられる TFT アレイ基板の製法は、該 TFT アレイ基板の表面上にスピコート法により、粘度 15cP 以上 50cP 以下、回転数 500rpm 以上 2000rpm 以下で塗布して有機樹脂からなる平坦化膜として前記有機膜を形成するので、簡単な方法で平坦化膜の膜厚を $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下にできるので好ましい。

【0026】本発明の請求項 9 にかかわる TFT アレイ基板の製法によれば、前記有機樹脂が感光性アクリル樹脂およびアクリル樹脂のうちから選ばれた 1 つであり、TFT アレイプロセス中で成膜できるので好ましい。

【0027】本発明の請求項 10 にかかわる TFT アレイ基板の製法によれば、前記平坦化膜の膜厚が $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であると、平坦化膜の膜厚ばらつきを $0.4\mu\text{m}$ 以内にできるので好ましい。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、添付図面にもとづいて本発明にかかわる液晶表示装置の構造および製法をさらに詳しく説明する。

【0029】実施の形態 1. まず、本実施の形態にかかわる IPS 方式の液晶表示装置の構造について説明する。本実施の形態にかかわる IPS 方式の液晶表示装置においては、従来技術によるものと同様に、主に、TFT アレイ基板と、対向基板と、シール材と、スペーサ（第 2 のスペーサ）と、液晶層とによって構成されているスペーサについては、のちに説明する。TFT アレイ基板は、ガラスなどからなる基板上に、走査信号線と、映像信号線と、TFT と、液晶駆動電極とがアレイ状に設けられており、かつさらに共通電極と共通信号線とが設けられている。走査信号線は複数本が互いに等間隔かつ平行に配設されており、映像信号線は複数本が互いに等間隔かつ平行にされるとともに、絶縁膜を介して走査信号線と直交するように配設されている。TFT は、走査信号線と映像信号線とが交差する各交差部に 1 個ずつ形成され、そのそれぞれに液晶駆動電極が 1 個ずつ接続されている。共通電極は、少なくとも一部が液晶駆動電極に対向して平行に形成されており、また、この共通電極に信号を書き込む共通信号線が前記共通電極に垂直に配置されている。なお、共通電極と共通信号線とは、少なくとも一部が交差しており、その交差部より信号を書き込める構造となっている。対向基板は TFT アレイ基板に対向して設けられ、対向基板上には赤、緑および青の色層、ならびに色層が液晶層に溶け出さないように設けられる保護膜が配置されている。

【0030】TFT アレイ基板と対向基板とが、液晶駆動電極が形成された領域で一定の間隙を保たれるように TFT アレイ基板と対向基板との前記領域部分には第 1 のスペーサが介在されるように構成されている。

【0031】第 1 のスペーサは、直径 $5\mu\text{m}$ 程度の球形であり、プラスチック製のものが複数個で用いられる。プラスチック製のものが用いられる理由は、プラスチック製のものは比較的柔らかいため TFT 素子を傷つけないことによる。ばあいによっては、シリカ (SiO_2) 系の材料が選択されることもある。大きさのばらつきは標準偏差 $0.3\mu\text{m}$ 程度であり、これによって TFT アレイ基板と対向基板との間隔を一定に保つことができる。TFT アレイ基板と対向基板との間隔中に散布する第 1 のスペーサの量は、前記間隔を一定にしようように適宜定められている。これらの球形のスペーサは入手が容易で所望の寸法精度をうることができる。

【0032】第 2 のスペーサは、円柱状、帯状、球形など種々の形状のものを複数個で用いられる。材質は価格的な面からガラス製のものが選択されることが多い。いずれも入手が容易で所望の寸法精度をうることができる。第 1 のスペーサが TFT 素子を傷つけない柔らかいものから選択されるのに対し、第 2 のスペーサは固い材質のものが選択される。

【0033】シール材は、TFT アレイ基板と対向基板とをそれぞれの周辺部で一定の間隔を保って貼り合わせ

るものであり、このシール材には、TFTアレイ基板と対向基板との、それぞれの周辺部での間隙を一定に保つように第2のスペーサを介在させてTFTアレイ基板と対向基板とを貼り合わせる。この一定の間隔の隙間に、複屈折効果を有する液晶からなる液晶層が挟持されている。また、偏光板が、TFTアレイ基板の上側および対向基板の下側に設けられる。

【0034】このような本発明にかかわるIPS方式の液晶装置に関して本発明を可能にした技術的背景である、色むらの視認と各色の光の透過率との関係についての考察について説明する。

【0035】図1は本発明の第1の実施の形態にかかわる、本発明の発明者らがシミュレーションで確認したIPSモードにおける光の透過率の波長依存性を示すグラフであり、横軸は波長 λ (nm)を示しており、縦軸は透過率 (%)を示している。ここでは、リターデーション $(\Delta n) \cdot d$ を200、275、300 nmと変えたときの透過率の波長依存性を示す。 $(\Delta n) \cdot d$ が100 nm異なると緑色光の波長(544 nm)で約18%の透過率の差 ΔT_1 が生じる。なお、25 nm異なると約8%の透過率の差 ΔT_2 が生じる。人間の目の視感度が高い波長は550 nm近傍である。そのため、一般的なディスプレイでは、緑色光の透過率ばらつきが少ないことを重要視する。発明者らの測定では、緑色光の透過率が5%以上異なるとディスプレイ上の色むらとして視認されることを確認している。緑色光の透過率の差を5%以内にするためには、パネル面内に発生するリターデーションのむらを $(\Delta n) \cdot (d_{\max} - d_{\min}) \leq 20$ nm以内にすることが必要である(TFT部3上の凹凸の凸部にある第1のスペーサ8により支配されている液晶層の厚さを d_{\max} 、画素電極2上の凹凸の凹部にある第1のスペーサ8の球形寸法に依存している液晶層の厚さを d_{\min} とする)。また、IPSモードに用いられる液晶材料の Δn は、0.05~0.15の範囲である。そのことから $d_{\max} - d_{\min} \leq 0.4 \mu\text{m}$ 以内であることが必要である。

【0036】以上のことから、IPSパネルのリターデーションを $0 \leq (\Delta n) \cdot (d_{\max} - d_{\min}) \leq 20$ nmに、すなわち、パネル面内の間隙ばらつきを $d_{\max} - d_{\min} \leq 0.4 \mu\text{m}$ 以内にすることによって、色むらのないIPSパネルを作製することができることがわかる。

【0037】以下に、実施の形態1を達成するIPSパネルの一例を示す。図2は本発明の実施の形態1を説明するIPSパネルの断面説明図である。図2において符号1~10、17、18は従来例を示した図11~14に示すものと同一であり、符号100は本実施の形態にかかわるIPSパネルである。この他、16は、TFTアレイ基板1の凹凸をなくすための平坦化膜である。図において、TFTアレイ基板1のうち液晶駆動電極およ

び共通電極と映像信号線とが対向して形成されており、かつ、液晶駆動電極および共通電極と走査信号線とが対向して形成されている領域を表示領域という。

【0038】つぎに、図3および図4は、図2に示すIPSパネルに用いるTFTアレイ基板の製造工程を示すフローチャートとしての工程断面説明図である。また、図5は、図2に示すIPSパネルの製造工程を示すフローチャートとしての工程断面説明図である。手順1として図3の(a)に示すように、まず、公知であるIPSパネル用のTFTアレイ基板1を準備する。つぎに手順2として図3の(b)に示すように、TFTアレイ基板1の表面に平坦化膜16をスピンコート法により $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の膜厚に塗布する。平坦化膜16は、たとえば感光性アクリル樹脂やアクリル樹脂などの有機膜の1つからなる。粘度は、15 cP以上50 cP以下、好ましくは30 cP程度のもので回転数は、500 rpm以上2000 rpm以下、好ましくは800回転程度の回転数でスピナにより塗布したならば、所望の膜厚がえられることを確認している。ここで、粘度を15 cP以上とする理由は、これよりも小さいと粘性が低すぎるため塗布後の膜厚が薄すぎ膜厚のばらつきが大きくなるためであり、50 cP以下とする理由はこれよりも大きいと粘性が高すぎるため膜の均一性が低下するためである。また、回転数を500 rpm以上2000 rpm以下とするのは、この範囲において所望の膜厚および膜厚のばらつきを実現できるためである。また、このような塗布条件で塗布したならば、面内の膜厚の最大値 t_{\max} と面内の膜厚の最小値 t_{\min} の差が $0.4 \mu\text{m}$ 以内に塗布が実現できることも発明者らは確認している。言い換えれば、 $3 \mu\text{m}$ 以上の平坦化膜16の膜厚でないと $t_{\max} - t_{\min} \leq 0.4 \mu\text{m}$ 以内の塗布が実現できないことを発明者らは確認している。平坦化膜16塗布後にレジスト26を塗布する。レジスト26は、一般的な写真製版技術で用いられるレジストであれば問題がない。つぎに手順3として図4の(a)に示すように、露光、現像により電極17を露出し、手順4として図4の(b)に示すようなTFTアレイ基板の形状とする。

【0039】以上の工程により形成されたTFTアレイ基板1と対向基板4を用いて図5に示す手順でIPSパネルを作製する。まず手順1として図5の(a)に示すように、TFTアレイ基板1および対向基板4上に液晶7を基板表面に配向させる配向膜23を形成する。一般的に形成方法としては、転写法が用いられる。膜厚は、500~1500 Å程度が望ましい。使用する材料は、ポリイミドが望ましく、公知であるTN (twisted nematic) 液晶用の配向膜は、いずれも使用可能である。つぎに配向処理を施す。配向処理は、公知であるラビング法により簡易的に行うことができる。またラビングの方向は、従来のIPSモードの原理(図13参照)で説明

した配向方向で処理する。つぎに手順 2 として図 5 の (b) に示すように、TFT アレイ基板 1 上に、第 1 のスペーサ 8 を散布し、対向基板 4 上には、第 2 のスペーサ 10 を混入させたシール材 9 を塗布する（ここではスペーサ 10 は図示を省略。図 2 の構成を参照とする）。一般に、塗布の方法は、スクリーン印刷やディスペンサまたは転写などの手法を用いる。また、シール材 9 の材料は一般に熱硬化型エポキシ系樹脂や紫外線硬化型樹脂を用いる。最後に手順 3 として図 5 の (c) に示すように、前述の工程を経た TFT アレイ基板 1 および対向基板 4 を配向膜が互いに対面するよう重ね合わせを行ったのち、熱または紫外線による圧着を行いパネル化する。そののち、液晶を封入し IPS パネルが作製できる。なお、完成後の IPS パネルの詳細な構造は図 2 を参照とする。

【0040】本実施の形態にかかわる図 2 に記載する IPS パネル構造においては、従来の TFT アレイ基板 1 上に平坦化膜 16 を $3\mu\text{m}$ 以上の膜厚で、 $t_{\text{max}} - t_{\text{min}} \leq 0.4\mu\text{m}$ で形成することで、液晶 7 の面内均一性がえられる。このようにして、パネル面内のリターデーション (Δn) \cdot ($d_{\text{max}} - d_{\text{min}}$) を 20nm 以下にすることができる。このことにより、従来の IPS パネルに生じていた色むらをなくすことができ、ディスプレイとして表示品質の高い IPS パネルを作製することが可能となった。

【0041】実施の形態 2。図 6 は本発明の実施の形態 2 にかかわる IPS パネルの断面説明図である。また、図 7 は本発明の第 2 の実施の形態を説明する IPS パネルの 1 画素の平面説明図である。図 6 および図 7 において、符号 200 は本実施の形態にかかわる IPS パネルであり、符号 1~14、17、18 は実施の形態 1 および従来例の説明図に示すものと共通である。その他、16 は、実施の形態 1 で説明した平坦化膜である。また、19 は、TFT 14 のドレイン部と液晶駆動電極 21、または共通信号線 13 と共通電極 22 とをコンタクトするためのコンタクトホールである。

【0042】つぎに、図 6 に示す液晶パネルの製造方法について図 8 および図 9 を用いて説明する。図 8 および図 9 は実施の形態 2 にかかわる IPS パネルの製造工程を示すフローチャートとしての工程断面説明図である。図に示した符号は実施の形態 1 および従来例の説明図に示すものと共通である。ここでは、用いる TFT アレイ基板 1 の形状が実施の形態 1 と異なるだけで、その他の構成は実施の形態 1 と同じであるので、TFT アレイ基板 1 の製法の説明をすることに留めることとし、他の要素の製法は実施の形態 1 で説明した通り、同じである。手順 1 として図 8 の (a) に示すように公知である TFT アレイ基板の製法と同様に、走査信号線 11、映像信号線 12、共通信号線 13、TFT 14、電極 17 をガラス基板上に形成する。すなわち、実施の形態 1 との違

いは、手順 1 中では画素電極 2 を形成していない状態である点である。つぎに手順 2 として図 8 の (b) に示すように基板表面に平坦化膜 16 をスピンコート法により $3\mu\text{m}$ 程度の膜厚に塗布する。平坦化膜 16 の形成法は、実施の形態 1 と同様の方法である。そののち、写真製版法により電極 17 上の平坦化膜 16 をエッチングし、コンタクトホール 19 の形成を行う。つぎに手順 3 として図 9 に示すように画素電極 2 を平坦化膜 16 上に形成する。画素電極 2 の材料は、クロムやアルミニウムや ITO のような導体である薄膜であれば問題ない。また、形成方法は、スパッタ法や蒸着法が好ましい。導体の薄膜を形成したのち、写真製版技術により図 7 に示すような電極形状にする。このときには、図 7、図 9 の手順 3 に示すようにコンタクトホール 19 を通し、液晶駆動電極 21 と TFT 14 および共通電極 22 と共通信号線 13 とはそれぞれ接続されている。

【0043】このように作製された TFT アレイ基板 1 と対向基板 4 を実施の形態 1 で示すように貼りあわせて、IPS パネルとして作製する。

【0044】実施の形態 1 においては、画素電極 2 が平坦化膜 16 の下部に形成されているため、液晶 7 に加わる実効電圧の損失があった。そのため、液晶 7 を駆動するための電圧が高くなり IPS パネルの消費電力を多くしていた。

【0045】本実施の形態にかかわる図 6 および図 7 に記載した IPS パネルの構造においては、画素電極 2 が液晶 7 と接する部分に位置するため、実施の形態 1 の IPS パネルの構成よりも、多くの電圧を液晶 7 に加えることができる。また、平坦化膜 16 を有するので、実施の形態 1 にかかわる IPS パネルによってえられる効果も同様に有する。

【0046】以上のことにより、従来の IPS パネルに生じていた色むらをなくすことができ、ディスプレイとして表示品質の高い IPS パネルの作製と、かつ省消費電力の IPS パネルを作製することができる。

【0047】実施の形態 3。図 10 は、本発明の実施の形態 3 にかかわる IPS パネルの断面説明図である。図中の符号のうち 300 は本実施の形態にかかわる IPS パネルであり、その他の符号は実施の形態 1 および 2 の説明図に示すものと共通である。また、IPS パネルの構成材料は、実施の形態 1 および 2 で示すものと同様である（図 10 は実施の形態 2 の図 6 と同様のものを使用）。ここでは、表示領域に散布される第 1 のスペーサ 8 とシール材 9 中に混入される第 2 のスペーサ 10 の球径について説明する。

【0048】今、第 1 のスペーサ 8 の径を D_1 、第 2 のスペーサ 10 の径を D_2 とする。また、対向基板 4 の色層 18 の厚さを a とする。実施の形態 1、2 に示した IPS パネル 100 または 200 の構造では、TFT アレイ基板 1 が平坦化膜 16 により平坦化されたため、次式

によりシール材中のスペーサ 10 の径を設定することができる。

$$D_2 = D_1 + a$$

【0049】従来の TFT アレイ基板 1 の構造では、TFT アレイ基板 1 上には、TFT 部 3 や画素電極 2 の構成により約 $1\ \mu\text{m}$ 程度の凹凸があったため、この凹凸に起因する表示不良が生じていた。本実施の形態においては、シール材 9 中に含まれる第 2 のスペーサ 10 の径と、表示面内に散布する第 1 のスペーサ 8 の径とを厳密に設定することができる。

【0050】TFT アレイ基板の表示領域には、従来、 $1\ \mu\text{m}$ 程度の凹凸があり、シール材の形成される領域にも走査信号線や映像信号線などによる凹凸がある。図 14 に示したように、本実施の形態においては、平坦化膜により TFT アレイ基板が平坦化されており、前述した式に基づき、スペーサの径を決定することができる。製造プロセス中では基板の間隙を制御している圧着圧力が変動したり、第 1 のスペーサを散布するプロセスが変動したりする。本実施の形態にかかわる IPS パネルは、TFT アレイ基板の凹凸の変化や、液晶パネルとして組み立てるプロセスで生じる加工条件の変化に対しても、精度よく TFT アレイ基板と対向基板とを組み立てることができる。このようにして、シール材 9 近傍の液晶 7 の厚さと表示面中央部の液晶 7 の厚さ d が変動することはなくなった。

【0051】本実施の形態 3 に示すように、シール材中の第 2 のスペーサ 10 の径を定めることにより、シール材近傍のパネル間隙と面内のパネル間隙に差がなくなり、パネルの基板間隙が一定となる。このことにより、基板間隙むらによる色むらがなくなり、表示品質の高い IPS パネルを作製することができる。

【0052】

【発明の効果】本発明の請求項 1 にかかわる液晶表示装置においては、液晶駆動電極と対向基板との間隙が、液晶表示装置の表示面内の最も大きな基板間隙を d_{max} 、表示面内の最も小さな基板間隙を d_{min} と表わすと、表示装置の面内のリターデーション (Δn) $\cdot (d_{\text{max}} - d_{\text{min}})$ が $0\ \text{nm}$ 以上 $20\ \text{nm}$ 以下であるので、色むらをなくすことができ表示品質の高い IPS パネルを作製できるという効果を奏する。

【0053】本発明の請求項 2 にかかわる液晶表示装置においては、前記第 1 のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第 2 のスペーサの形状が円柱状であるので、入手が容易で所望の寸法精度がえられる効果を奏する。

【0054】本発明の請求項 3 にかかわる液晶表示装置においては、TFT アレイ基板上に厚さ $3\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下の有機膜が備えられているので、TFT アレイ基板上の凹凸をなくすことができるという効果を奏する。

【0055】本発明の請求項 4 にかかわる液晶表示装置

においては、前記液晶駆動電極と前記共通電極とが前記有機膜上にあるので、液晶駆動電圧を低くでき、省消費電力の IPS パネルをうる効果を奏する。

【0056】本発明の請求項 5 にかかわる液晶表示装置においては、前記有機膜のうねりが $0.4\ \mu\text{m}$ 以内であるので、リターデーションを $0\ \text{nm}$ 以上 $20\ \text{nm}$ 以下にすることができる効果を奏する。

【0057】本発明の請求項 6 にかかわる液晶表示装置においては、前記第 1 のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第 2 のスペーサの形状が円柱状であるので、入手が容易で所望の寸法精度がえられる効果を奏する。

【0058】本発明の請求項 7 にかかわる液晶表示装置においては、前記第 1 のスペーサの径は、前記対向基板上に設けられた色層の厚さと、前記第 2 のスペーサの径との和であるので、シール材近傍のパネル間隙と面内のパネル間隙に差がなくなりパネルの基板間隙が一定となり色むらがなくなるという効果を奏する。

【0059】本発明の請求項 8 にかかわる TFT アレイ基板の製法によれば、該 TFT アレイ基板の表面上にスピコート法により、粘度 $15\ \text{cP}$ 以上 $50\ \text{cP}$ 以下、回転数 $500\ \text{rpm}$ 以上 $2000\ \text{rpm}$ 以下で塗布して有機樹脂からなる平坦化膜として前記有機膜を形成するので、簡単な方法で平坦化膜の膜厚を $3\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下とでき、リターデーションを $0\ \text{nm}$ 以上 $20\ \text{nm}$ 以下とでき、色むらをなくすことができる効果を奏する。

【0060】本発明の請求項 9 にかかわる TFT アレイ基板の製法によれば、前記有機樹脂が感光性アクリル樹脂およびアクリル樹脂のうちから選ばれた 1 つであるので、TFT プロセス中でも平坦化膜を形成できるという効果を奏する。

【0061】本発明の請求項 10 にかかわる TFT アレイ基板の製法によれば、前記平坦化膜の膜厚が $3\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下であるので、簡単な方法で平坦化膜の膜厚ばらつきを $0.4\ \mu\text{m}$ 以内とできる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 にかかわる複屈折モードにおける透過率の波長依存性を示すグラフである。

【図 2】 本発明の実施の形態 1 にかかわる IPS パネルの断面説明図である。

【図 3】 本発明の実施の形態 1 にかかわる IPS パネル用 TFT アレイ基板の製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図 4】 本発明の実施の形態 1 にかかわる IPS パネル用 TFT アレイ基板の製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図 5】 本発明の実施の形態 1 にかかわる IPS パネルの製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図 6】 本発明の実施の形態 2 にかかわる IPS パネ

15

ルの断面説明図である。

【図7】 本発明の実施の形態2にかかわるIPSパネルの1画素の平面説明図である。

【図8】 本発明の実施の形態2にかかわるIPSパネル用TFTアレイ基板の製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図9】 本発明の実施の形態2にかかわるIPSパネル用TFTアレイ基板の製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図10】 本発明の実施の形態3にかかわるIPSパ 10
ネルの断面説明図である。

【図11】 従来のIPSパネルの断面説明図である。

16

【図12】 従来のIPSパネルの1画素の平面説明図である。

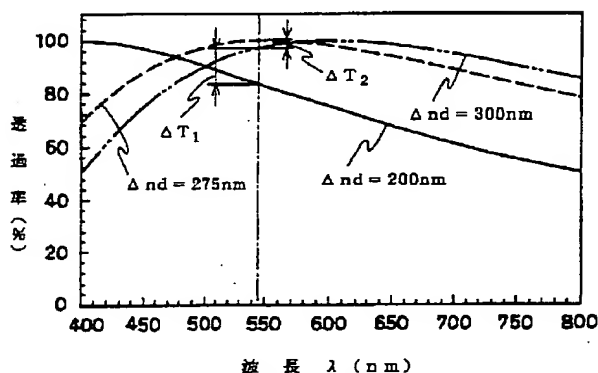
【図13】 図11のX-Y線における断面説明図である。

【図14】 従来のIPSパネルの課題を示す断面説明図である。

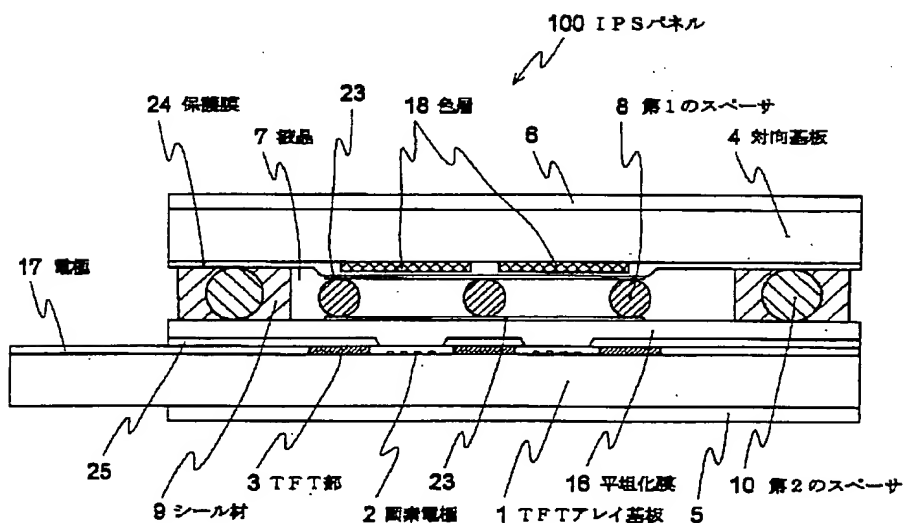
【符号の説明】

1 TFTアレイ基板、2 画素電極、3 TFT部、
4 対向基板、7 液晶、8 第1のスペーサ、9 シール材、10 第2のスペーサ、16 平坦化膜、17 電極、18 色層、100、200、300 IPSパネル。

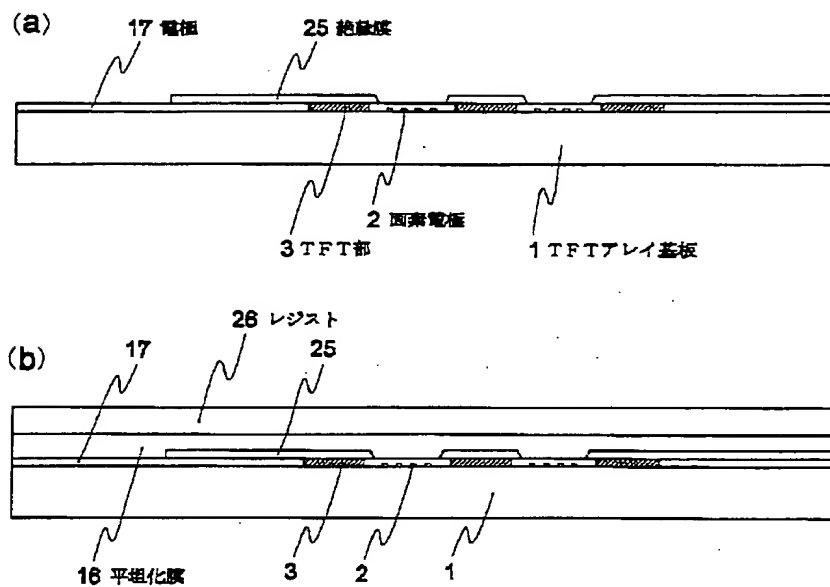
【図1】



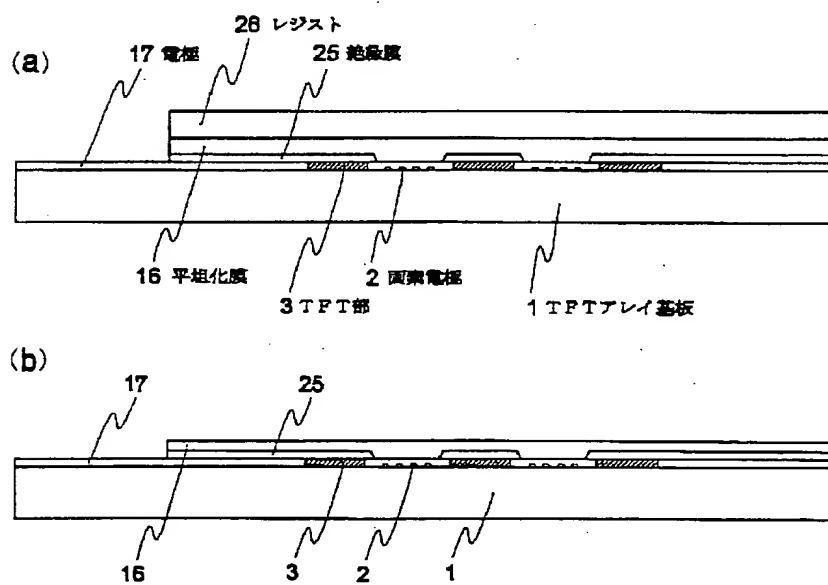
【図2】



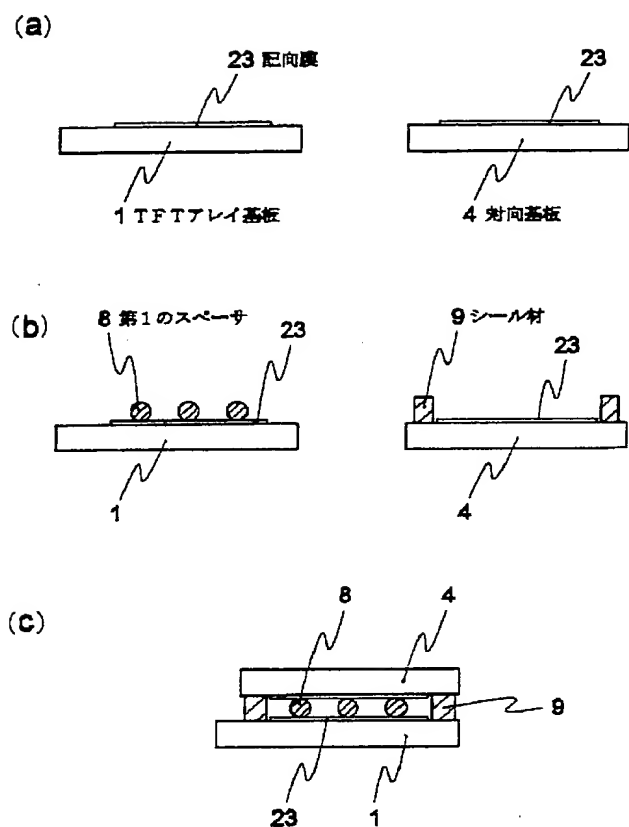
【図 3】



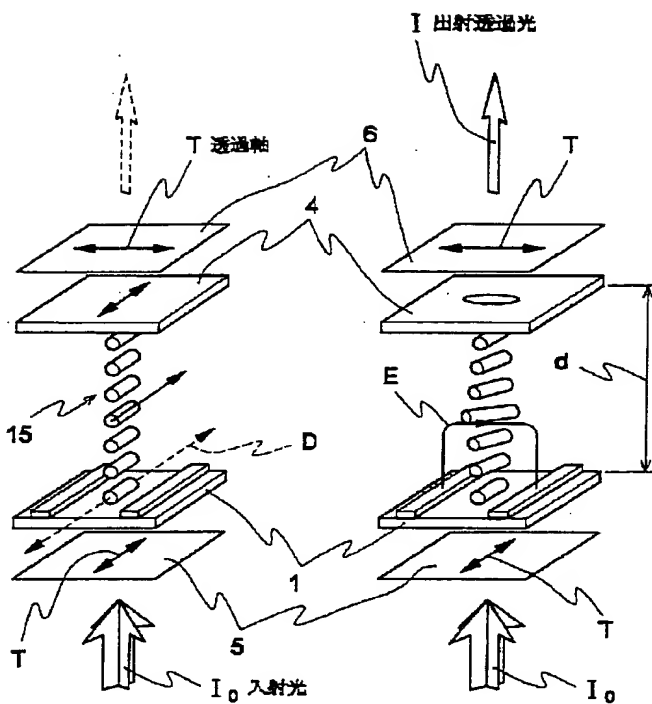
【図 4】



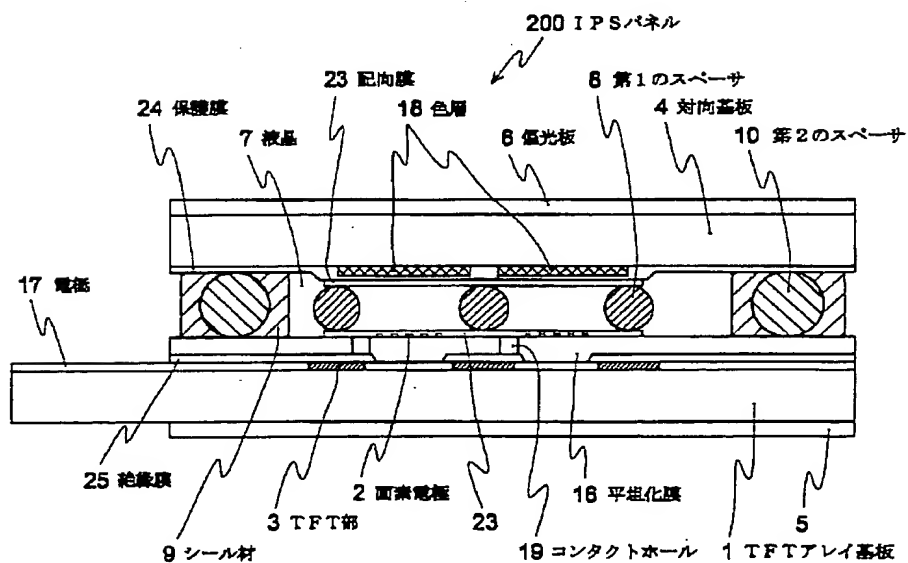
【図5】



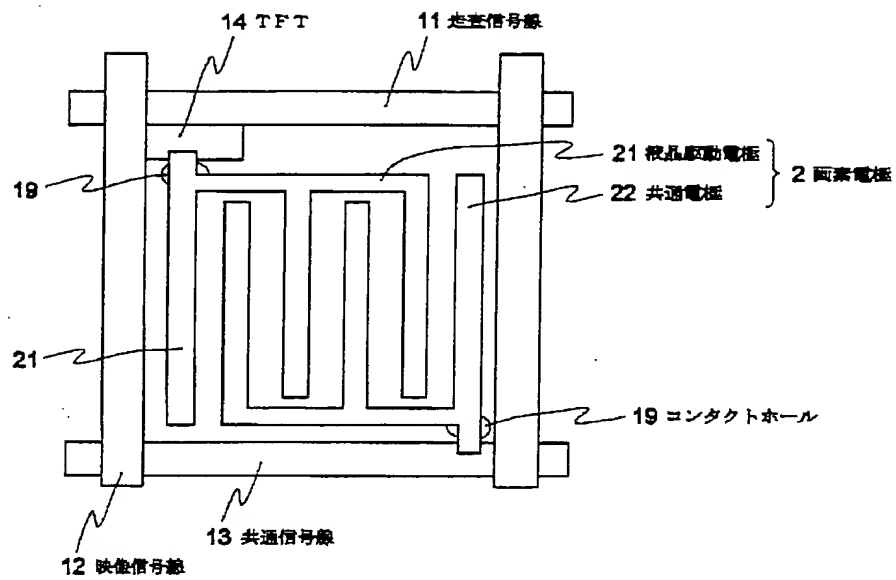
【図13】



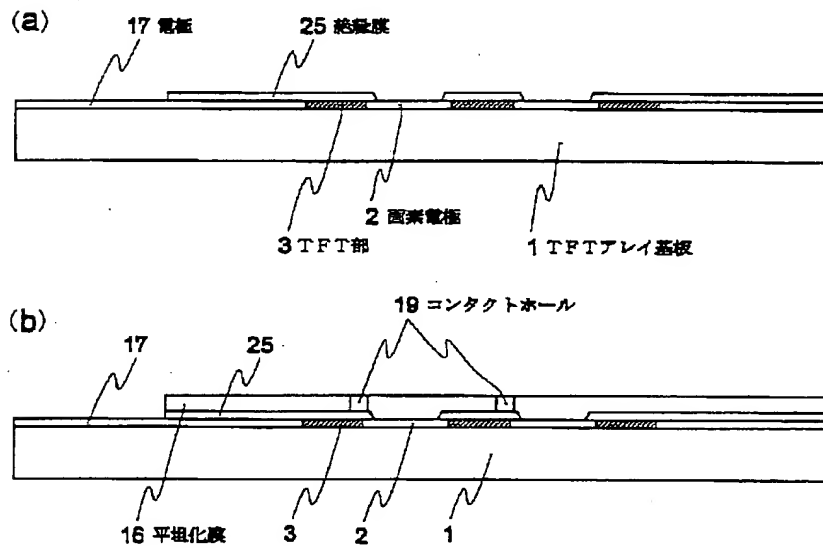
【図6】



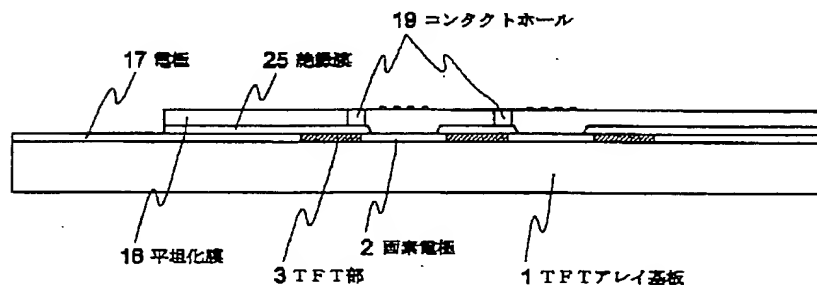
【図 7】



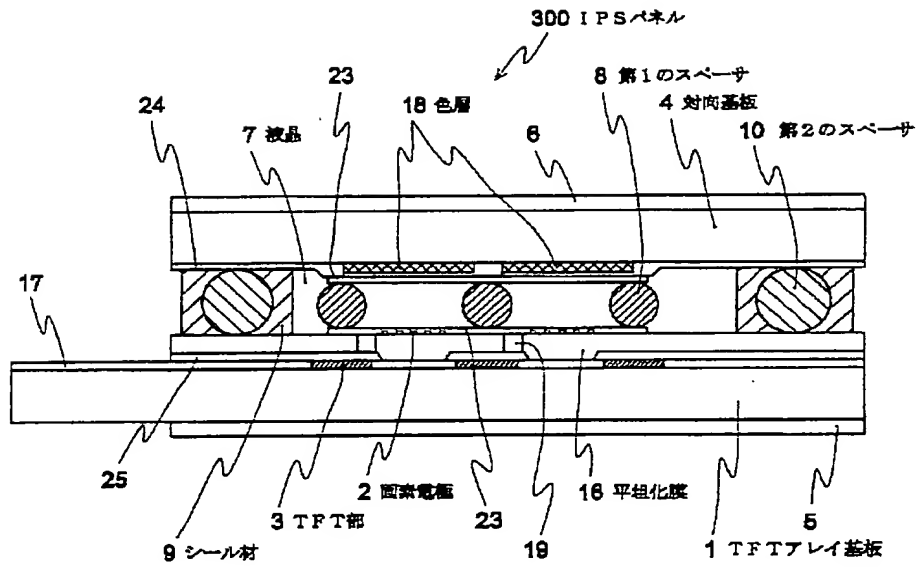
【図 8】



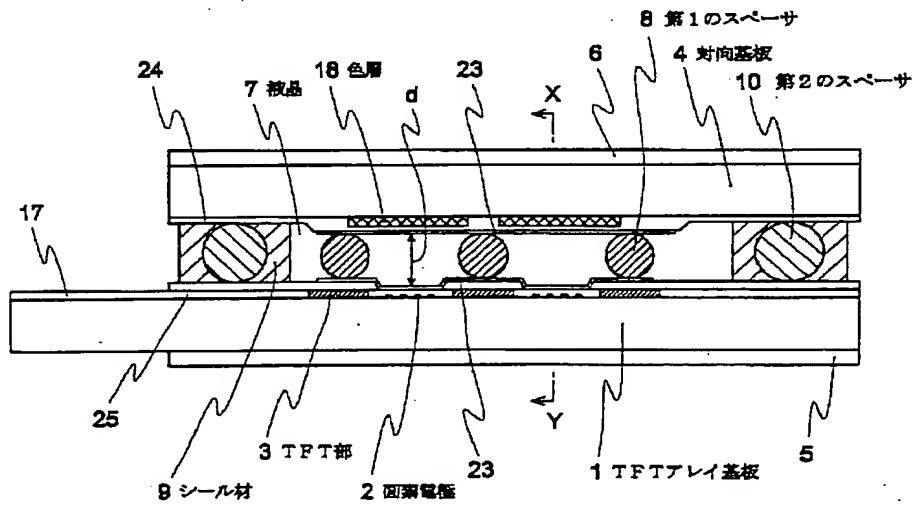
【図 9】



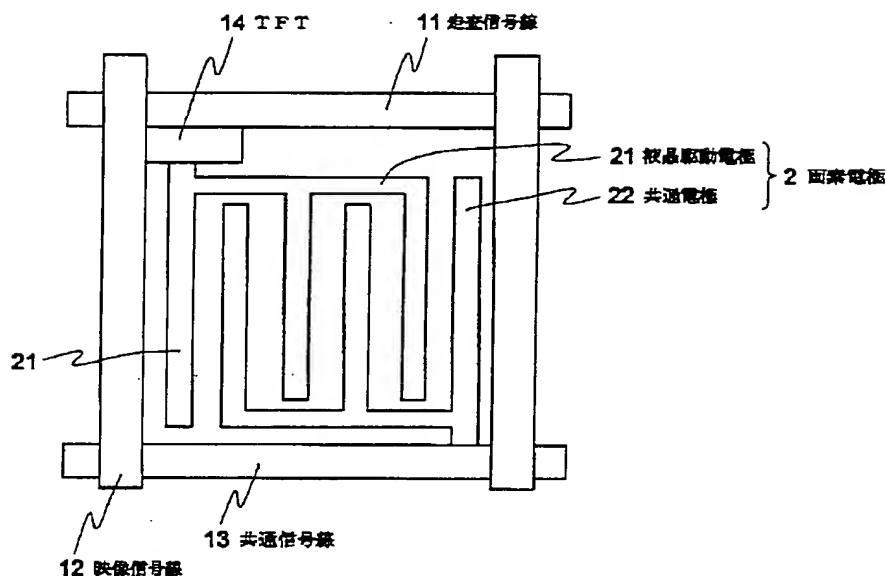
【図10】



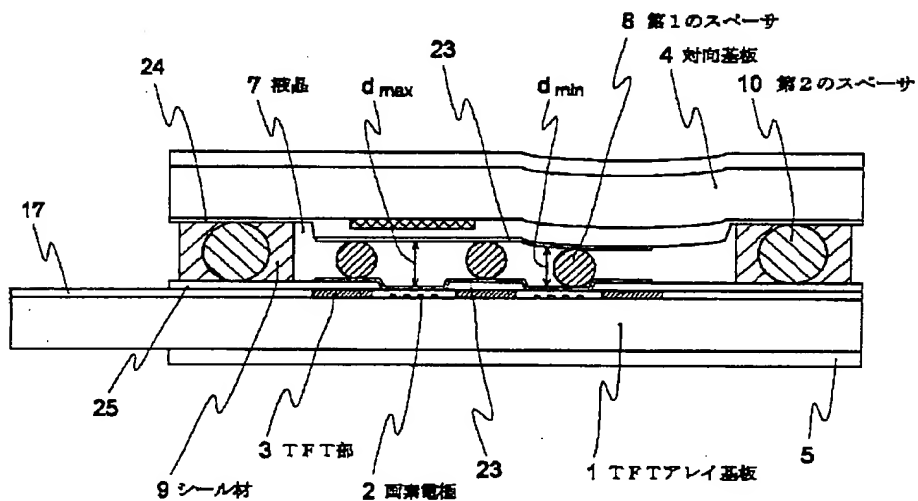
【図11】



【図 1 2】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 津村 顯
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 田畑 伸
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 水沼 昌也
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 玉谷 晃
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 藤井 雅之
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 藤田 康雄
熊本県菊池郡西合志町御代志997番地 株
式会社アドバンスト・ディスプレイ内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.